

Novi sorti ajde v Sloveniji

Two new varieties of buckwheat in Slovenia

Zlata Luthar

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

E-mail: zlata.luthar@bf.uni-lj.si

Izveček

V letu 2018 sta bili v Sortno listo Slovenije vpisani dve sorti ajde, kar jima omogoča pridelovanje in trženje v Sloveniji. Sorti sta se že pred uradno registracijo pridelovali na manjšem območju Dolenjske v okolici Šentjerneja. V večletnem pridelovanju se je pri navadni ajdi 'Trdinova', ki je žužkocvetka izgubila izhodiščna pristnost. Zato smo ji v zadnjih letih s postopki žlahtnjenja povrnili njene prvotne tipične lastnosti, ki so zanimive za pridelovalce, mlevsko industrijo in potrošnike. Pri tatarski ajdi 'Zlata', ki je prva sorta v Evropi, smo pridobili zlatorumeno barvo moka, zmanjšali nagubanost in osipanje semen, poleganje rastlin ter tako dvignili pridelok na raven visokorodnih navadnih ajd. Pri obeh sortah smo bili v programu žlahtnjenja posebej pozorni na vsebnost antioksidantov, saj se po tej lastnosti statistično značilno ($p \leq 0,5$) ločita od ostalih žit, ki so pogosto vključena v prehrano.

Ključne besede: sorta; navadna ajda; tatarska ajda; pridelovanje; moka; kaša; vsebnost antioksidantov

Abstract

In 2018, two varieties of buckwheat were registered in the National list of varieties, which enables them to grow and market in Slovenia. Before the official registration, varieties were cultivated in the smaller area of Dolenjska region near Šentjernej. In multi-annual cultivation, the regular buckwheat 'Trdinova', which is entomophilous plant, lost the original authenticity. Therefore, in the past few years, with breeding procedures, its original characteristics have been restored, which are interesting for growers, the milling industry, and consumers. In the Tartary buckwheat 'Zlata', which is the first variety in Europe, we obtained the golden-yellow color of flour, reduced wrinkling and shedding of seeds, lodging of the plants, thus raising the yield to the level of high-grown common buckwheat. In both varieties we have in the breeding program special attention to the antioxidants content, because the properties of this statistically significant ($p \leq 0.5$) are separated from other cereals, which are often included in the nutrition.

Key words: variety; common bukwhheat; Tartary buckwheat; cultivation; millet; grout; antioxidants content

1. Uvod

Rod *Fagopyrum* obsega veliko vrst. V prehrani se uporabljata le dve, in sicer navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarska (*F. tataricum* Gaertn.). Pri navadni ajdi prevladujejo nedeterminantne diploidne sorte in nekaj jih je tudi tetraploidnih. Maloštevilne sorte tatarske ajde so izključno diploidne in nedeterminantne. Obe vrsti poleg dobre hranilne vrednosti odlikujejo tudi sekundarni metaboliti z antioksidativnimi lastnostmi, ki se nahajajo v zunanjih delih semen v večji meri v testu in manj v luski. Sestavljene so iz fenolnih kislin in flavonoidov v prosti obliki, v obliki estrov ali bolj kompleksni obliki (Luthar, 1992; Inglett in sod., 2012; Li in sod., 2013; Shallan in sod., 2014). Zato je postopek mletja in priprave kaše zelo pomemben, koliko teh dragocenih sestavin se bo ohranilo v izdelkih. V postopku žlahtnjenja smo bili pozorni poleg ostalih lastnosti tudi na vsebnost antioksidantov, ki ajdo uvrščajo med funkcionalna živila. Spremljali smo jih v zmletih vzorcih semen z metodo razbarvanja 2,2-difenil-1-pikrilhidrazila (DPPH) radikala (Brand-Williams in sod., 1995).

1.1 Izvor ajde

Tako navadna kot tatarska ajda po dosedanjih odkritjih izvirata z Azije, natančneje s Kitajske. Medtem ko je pri navadni ajdi že določena pokrajina izvora in širitev iz kitajskega gencentra v preostale predele sveta (Ohnishi, 1990; Ohnishi 1993; Ohnishi, 2004), je pri tatarski ajdi to še nepotrjeno in neraziskano. V letu 2018 se je ustanovil konzorcij držav, med njimi je tudi Slovenija, ki so v preteklosti oz. še pridelujejo tatarsko ajdo in na podlagi genotipizacije vzorcev se bo poskušalo potrditi izvor in ugotoviti širjenje tatarske ajde po pridelovalnih območjih sveta.

1.2 Botanična in uporabna uvrstitev ajde

Botanično je ajda uvrščena v rod *Fagopyrum* in v družino dresnovk (*Polygonaceae*). Je dvokaličnica in precej drugačna od žit, ki so enokaličnice in spadajo v družino trav (*Poaceae*). Kljub tej botanični razliki je zaradi podobne pridelave in uporabe pogosto vključena v skupino žit. Seme ajde se tako kot krušna žita tudi melje, da se dobi moko ali zdrob. V skupini žit je med prosastimi žiti, skupaj s prosom, sirkom in rižem. Ta uvrstitev je povezana tudi z njenim načinom uporabe (kaša).

1.3 Pridelava ajde

Pridelujeta se dve vrsti, navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Monoch), ki je tujeprašna žužkocvetka in samoprašna tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gearth.). Navadna ajda je razširjena v Evropi, Aziji, južni Afriki, Kanadi, ZDA, Braziliji in tudi v mnogih drugih predelih sveta. Predvsem v Aziji je poleg na-

vadne prisotna tudi tatarska ajda ter več divjih vrst. Tatarska ajda je omejena predvsem na območja Kitajske, Butana, Koreje, območja Himalaje, severnega Pakistana in vzhodnega Tibeta ter na nekatera druga območja Azije in Evrope (na manjših površinah se prideluje v Luksemburgu, Nemčiji in Belgiji ter tudi v Sloveniji na Dolenjskem v okolici Šentjerneja. Ajdo se lahko prideluje v višje ležečih predelih, tudi do 3.000 m, kjer druga žita več ne uspevajo. Ugotovljeno je, da je ajda pridelana na višjih nadmorskih višinah okusnejša in naloži več antioksidanov kot ajda, ki je rasla na nižjih nadmorskih višinah (Wang in sod. 2001; Zhao in sod. 2004).

1.4 Prednosti ajde v prehrani v primerjavi z drugimi žiti

Številne raziskave so pokazale, da ima ajdovo seme podobno kemično sestavo kot seme žit, s to razliko, da vsebuje nekatere snovi v večjih količinah, nekatere pa ostala žita ne vsebujejo. Beljakovine ajde imajo visoko biološko vrednost. Zaradi dobro uravnotežene aminokislinske sestave, ki je podobna jajčnemu beljaku in to v večjih količinah kot soja, pšenica in meso. Vsebuje tudi esencialno aminokislino lizin. Ne vsebuje glutena in je tako vir dietnih beljakovin za posameznike, občutljive na gluten (Javornik, 1983; Javornik in Kreft, 1984; Javornik, 1986; Ikeda K. in Kishida, 1993; Schober in sod., 2003; Størsrud in sod., 2003). V prehrani lahko v celoti nadomesti pšenično in druge moke (Skerritt, 1986). Pozitiven učinek na zdravje ima tudi prisotnost amiloze v škrobu, kar nekoliko upočasni razgradljivost in ima ugoden vpliv na bolnike s sladkorno boleznijo (Škrabanja in sod., 1998; Škrabanja in Kreft, 2016).

Pomembno vlogo imajo tudi vlaknine, ki ajdo uvrščajo med varovalna živila saj preprečujejo razvoj rakavih obolenj na črevesju. Glukoza in ostali škrob se počasi sproščata, kar lahko podaljša fizično aktivnost in občutek sitosti. Rrezistentni, manj prebavljivi škrob v ajdovi kaši ima enako vlogo kot prehranske vlaknine (Steadman in sod., 2001a; Steadman in sod., 2001b). Semena za kašo se lušči po hidrotermičnih postopkih. Tak način obdelave semen je del tradicionalnega postopka luščenja ajde. Pri tem se v ajdovi kaši pojavi manj prebavljiv škrob v primerjavi kot je v pšeničnem belem kruhu. Na ta način se lahko pri diabetesu, uravnava glikemični status. (Kreft, 1995).

Ajda ima tudi visoko vsebnost esencialnih maščobnih kislin, predvsem nenasičene oljne in linolne kisline. Vsebuje tudi številne esencialne elemente rastlinskega izvora, kot so cink, baker in mangan. V tleh, kjer je prisoten slen, je lahko tudi pomemben vir tega elementa. Vsebuje tudi vitamine, predvsem B1, B6 in E (S. Ikeda in Yamashita, 1994; S. Ikeda in sod., 2001; S. Ikeda in sod., 2004; Vombergar in sod., 2012).

Fenoli in njihove spojine so zelo razširjeni v naravi. Med njih uvrščamo enostavne molekule, kot so fenolne

kislina, spojine s srednjo molekularno maso flavonoide in dolge verige polimerov z veliko molekularno maso, kot so kondenzirani in hidrolizajoči tanini. Seme ajde vsebuje flavonoide, različne fenole in tanine. Več avtorjev poroča o visoki vsebnosti celokupnih flavonoidov v ajdovi moki in otrobih, zlasti pri tatarski ajdi (Luthar, 1992; Kreft in Luthar, 1993; Kim in sod., 2004; Kreft in sod., 2006; Vogrinčič in sod., 2010; Nemcova in sod., 2011). Polifenoli so v naravi povezani s privabljanjem opraševalcev (žuželk) in obrambo rastline. V človeškem organizmu pa so povezani z antioksidativnim delovanjem, ki varuje organizem pred negativnimi oksidacijskimi procesi (Agostini-Costa in sod., 2015).

Flavonoidi, predvsem rutin imajo blagodejen vpliv na obolenje ožilja in srca. Večje količine rutina so v semenu tatarske ajde in v listih obeh vrst (Lin, 2004; Asami in sod., 2007; Fabjan in sod. 2003, Kim in sod. 2008, K. Ikeda in sod. 2012, Wieslander in sod. 2012, Regvar in sod. 2012, Vogrinčič in sod. 2013). Uvrščen je med antioksidante, ki veže nase proste radikale v krvi, deluje antibakterijsko in zmanjšuje težave zaradi visokega krvnega tlaka (Holasova in sod., 2002; Liu in sod., 2008; Shalan in sod., 2014).

Ajda je pomembno funkcijsko živilo, lahko se dodaja tudi različnim vrstam kruhov in drugim vrstam živil kot dodatek z namenom izboljšati prehransko vrednost (Kreft in sod., 1996; Škrabjanja in sod, 2001; Kreft, 2003; Merendino in sod., 2014).

Teoretično se lahko zagotovi od 10 do 100 % priporočljivega dnevnega vnosa mineralnih snovi z zaužitjem 100 g ajdove moke. Obstajajo številna poročila, s strani različnih avtorjev o visoki vsebnosti celokupnih flavonoidov v ajdovi moki in otrobih. Predvsem je pomembna količina rutina, ki jo ajda vsebuje. To je najpomembnejše izhodišče za uporabo ajde v zdravi prehrani. Vsebnost rutina se razlikuje med sortami in vrstami. Tipičen primer sta tatarska ajda in navadna ajda, saj je v prvi lahko tudi do stokrat več rutina kot pa v drugi. Razlike med njima obstajajo tudi v vsebnosti ostalih polifenolov in njihovih spojinah (Vombergar in sod., 2012).

Uporabna vrednost rastlin, ki vsebujejo antioksidante in se uporabljajo v prehrani, danes pridobiva na pomenu. K temu so v veliki meri pripomogle strožje varnostne direktive v nekaterih državah in omejevanje ali prepoved uporabe umetnih antioksidantov (Enomoto in sod., 2006).

1.5 Značilnosti ajde povezane z gojenjem

Za ajdo je značilna kratka rastna doba:

- zelo zgodnjih sort z manj kot 70 dnevno rastno dobo je okoli 10 %,
- s srednje dolgo rastno dobo od 70 - 90 dni je okoli 60 % in
- z dolgo rastno dobo nad 90 dni okoli 30 %.

Večina slovenskih ajd sodi v skupino s srednje dolgo do dolgo rastno dobo. Koreninski sistem ji omogoča,

da lahko s koloidnih talnih delcev črpa hranila, ki jih ostala žita ne morejo. Zelo hitro in dobro pokrije zemljo in tako prepreči rast plevelom. Ne potrebuje fitofarmaceutskih sredstev za zaščito pred boleznimi in škodljivci ter proti plevelom. Za ajdo je značilno, da se jo lahko goji v višje ležečih predelih, kjer ostala žita ne uspevajo.

1.6 Vir genetske variabilnosti za žlahtnjenje so lahko tudi zbrani vzorci v genskih bankah

Seme večine slovenskih starih populacij navadne in tatarske ajde, starih 40 in več let, je zbrano v rastlinski genski banki na Biotehniški fakulteti Oddelku za agronomijo v Ljubljani, ki se je v letu 2018 preimenovala v Javno službo rastlinska genska banka Biotehniške fakultete (JSRGB-BF). Glede na dosedanje opise lahko hranjene populacije navadne ajde v grobem razdelimo v dve skupini, ki se v morfoloških lastnostih ločita. Populacije s sivimi semeni, ki imajo drobna siva semena, od svetlo do temno sivih, pri katerih so pogoste temnejše proge in bele cvetove, le pri nekaterih populacijah se pojavljajo posamične rastline z rahlo roza cvetovi. Pri nekaterih rastlinah znotraj teh populacij se pojavlja recesivni gen *d* za determinantno obliko rasti. Prilagojene so nižinskim in gričevnatim talnim in podnebnim razmeram Dolenjske in okolice ter tudi Primorske. Legam brez pogostih zgodnjih jesenskih slan in megla. V drugi skupini so populacije z nekoliko debelejšimi temnimi semeni od svetlo do temno rjavih, pogosto so v osnovni barvi semen prisotne temne proge, osnovna barva cvetov je svetlo do temno roza, lahko se pojavijo posamične rastline z rahlo rdečimi cvetovi. Primerne so za višinske, hribovite lege Gorenjske in Koroške s 7 do 10 dni krajšo rastno dobo. Konec septembra so primerne za žetev, saj jim v ugodnih klimatskih razmerah do takrat že odpade listje. Pri sivih populacijah pa listje odpade šele po prvih jesenskih slanih. Razen po barvi semen in cvetov se skupini ločita tudi po drugih lastnostih: ranost, odpornost na poleganje, višina pridelka, medenje itd. Pri tatarski ajdi se vzorci prav tako ločijo po velikosti in barvi semen, po nagubanosti luske, višini rastlin, velikosti listov, osipanju semen in poleganju ter ranosti. Po barvi cvetov se vzorci tatarske ajde bistveno ne ločijo. Vse populacije imajo manjše, zelo svetlo zelene oz. bele cvetove (Luthar, 2012). Vzorce iz genske banke se lahko vključi v žlahtniteljske programe, v križanja kot enega ali oba starša za pridobitev nove sorte. Iz tega sklada genov smo tudi izbrali starše za obe sorti.

2 Material in metode dela

2.1 Žlahtnjenje

Sorta 'Trdinova' je navadna ajda in je križanec med staro sorto 'Siva' ter domačo populacijo iz Vrhpolja. Sorta 'Zlata' je tatarska ajda in je križanec med domačo populacijo iz Vrhpolja ter populacijo iz Sevnice. Izvorno seme staršev obeh sort se hrani v JS-

RGB-BF. Po križanju se je naslednje leto v F1 generaciji ločeno odbiralo najbolj obetavne rastline in v naslednjih generacijah F2 - F5, se je opravila setev semen ene rastline v svojo vrsto ter odstranjevalo odstopajoče fenotipe pred začetkom cvetenja. Žlahtnjenje je potekalo v izolaciji na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V naslednji dveh letih se je razmnožilo seme, ki je bilo namenjeno preizkušanju doma in v tuji.

2.2 Določanje skupnih antioksidantov

V proučevanje vsebnosti antioksidantov sta bili vključeni obe sorti 'Trdinova' in 'Zlata' ter njihovi izdelki moka in kaša. Kot primerjalni standard smo v analizo vključili še po en genotip izbranih 8 žit: pšenico, piro, rž, ječmen, oves, proso, sirek in koruzo (preglednica 1). Omenjene vrste rastlin so bile razmnožene leta 2016 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete in semena pobrana v polni zrelosti ter dosušena na 8 % vlage. Sorti 'Trdinova' in 'Zlata' sta bili pridelani prav tako leta 2016, in sicer na Dolenjskem v okolici Šentjerneja. Moka in kaša sta bili pridobljeni iz omenjenih pridelkov iz istega mlina.

Po 10 g semen obeh sort in kašo ter izbranih žit smo zmleli z namiznim laboratorijskim mlinom (Waring 32BL79) ter jih do uporabe hranili v 50 ml centrifugirkah v hladilniku pri 4 °C. Moka obeh sort 'Trdinova' in 'Zlata' je bila zmleta s komercialnim mlinom in smo jo direktno vključili v analizo.

Vzorci smo ekstrahirali v treh ponovitvah, tako da smo v 12 ml steklene centrifugirke natehtali 400 mg moke in dodali 10 ml 96 % metanola. Centrifugirke smo zaprli s parafilmom in jih za 15 min postavili v ultrazvočno kopal (Iskra Pio). Začetna temperatura je bila 20 °C, po 5 minutah se je dvignila na 32 °C in do konca ekstrakcije smo vzdrževali 32 °C z dodajanjem ledu. Po ekstrakciji smo vzorce centrifugirali 10 min pri 4000 obratih/min. Supernatant, po 5 ml od vsake ponovitve, smo odpipetirali v čiste centrifugirke in tako zaustavili nadaljnjo ekstrakcijo. Ostanke vzorcev in supernatantov smo zavrgli.

Za ugotavljanje vsebnosti skupnih antioksidantov smo pripravili 1 mM založno raztopino reagenta 2,2-difenil-1-pikrilhidrazila (DPPH) [400 mg DPPH raztopljenega v 10 ml 96 % metanolu] in jo med analizo hranili v temi pri 4 °C. Pred analizo smo pripravili delovno raztopino iz 1 mM založne raztopine DPPH, tako da smo opravili redčitev v razmerju 1:10 s 96 % metanolom. V vsak valj mikrotiterske plošče smo odpipetirali 195 µl delovne raztopine DPPH in dodali 5 µl supernatanta oz. metanolnega ekstrakta vzorcev. Kot slepi vzorec smo v valj mikrotiterske plošče odpipetirali svežo pripravljeno delovno raztopino DPPH. Vzorce smo inkubirali 30 min v temi pri sobni temperaturi (približno 20 °C) in nato izmerili absorbanco s spektrofotometrom (Trcan) pri valovni dolžini 515 nm. Skupno antioksidativno vrednost oz. aktivnost smo izrazili z deležem DPPH inhibicije oz. stopnjo razbarvanja DPPH

radikala, ki je sorazmerna količini prisotnih antioksidantov v posameznem vzorcu (Brand-Williams in sod., 1995). Antioksidativna vrednost oz. aktivnost določena z metodo DPPH se lahko izraža kot ekvivalent mnogih različnih modelnih antioksidantov. Najpogosteje se izraža kot ekvivalent Troloksa (Thaipong in sod., 2006) oz. se izračuna odstotek razbarvanja po enačbi (1).

(1)

$$\text{DPPH vrednost (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100$$

A_0 - izmerjena absorbanca slepega vzorca

A_1 - izmerjena absorbanca vzorcev navadne in tatarske ajde ter izbranih poljščin

2.3 Statistična obdelava

Analizo variance (ANOVA) dobljenih podatkov smo opravili s pomočjo programa "Statgraphics". Iz podatkov analiz treh ponovitev smo izračunali povprečne vrednosti in njihove standardne napake ter statistično značilne razlike z Duncan-ovim testom. Različne črke v tabeli predstavljajo statistično značilne razlike med posameznimi vzorci pri 5 % tveganju.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 Pridelava in predelava obeh sort

V večletnem pridelovanju se je pri navadni ajdi 'Trdinova', ki je tujeprašna žužkocvetka, izgubila izhodiščna pristnost, kot posledica nestrokovne vzdrževane selekcije. Zato smo ji v zadnjih letih s postopki žlahtnjenja povrnili njene prvotne tipične lastnosti, ki so se potrdile kot zanimive za pridelovalce (nekoliko večji pridelek in odpornost na poleganje), mlevsko industrijo (večji izkoristek pri mletju in lažje luščenje v postopku pridobivanja kaše) in potrošnike (težnjo po svetlejši moki smo dosegli s svetlo sivo oz. srebrno lusko, katere večji del naj bi se po mletju, zaradi prisotnosti vlaknin in antioksidantov, pojavil v moki. Svetlejša moka omogoča tudi svetlejšo pekarske izdelke in žgance).

Sorta 'Zlata' je samoprašna rastlina. Do uradnega potrjevanja se je pridelovala na manjši površini v primerjavi s sorto 'Trdinova', nekje do 2 ha. Zaradi samoprašnosti je genetsko veliko bolj stabilna in v preteklosti se v bližnji okolici ni pridelovalo druge tatarske ajde ter ni prihajalo do mešanja semen ob žetvi. V teku žlahtnjenja smo ohranili in pridobili ter izboljšali nekatere prvotne lastnosti: zlatorumeno barvo moke, zmanjšali nagubanost in osipanje semen, poleganje rastlin ter dvignili pridelek na raven visokorodnih navadnih ajd 1,2 do 1,5 t/ha.

Obe sorti sta pridelani po smernicah ekološke pridelave, brez vnosa mineralnih gnojil in fitofarmaceutskih sredstev ter njuna izdelka, moka in kaša, sta dostopni kupcem po Sloveniji. Sorta 'Trdinova' se prideluje na površini 6 do 7 ha/leto. V pridelovanje so poleg lastnika mlina, ki vodi celotno pridelavo, vključeni še zanesljivi kooperanti, ki dobijo certificirano osnovno seme za setev in odkup je zagotovljen. V primeru, da pri kooperantu os-

tane površina njive neposajena z osnovnim semenom, se jo doseje s travno-deteljno mešanico in za nadaljnjo setev se izberejo posevki v izolaciji. Vedno več se seje ajdo, tako da se izolirane površine iz leta v leto zmanjšujejo, tudi na območju, kjer se pridelujeta omenjeni sorti. Samoprašna tatarska ajda 'Zlata' se prideluje na površinah od 2 do 3 ha/leto in njeno vzdrževanje je enostavnejše.

Moka in kaša obeh sort sta pripravljene na slovenski tradicionalni način in ustrezna kontrola zagotavlja visoko kakovost omenjenih izdelkov. S sodobno tehnologijo in nadzorom v mlinu je zagotovljeno, da ne prihaja do mešanja z glutenskimi žiti. Preden se semena zmelje oz. pripravlja za luščenje, se jih spusti skozi klasifikator, katerega kamere na osnovi barve in oblike izločijo primesi. Z občasnimi laboratorijskimi analizami se izvede še dodatna kontrola na morebitno prisotnost glutena. Tako je zagotovljeno, da sta moka in kaša omenjenih sort varni za bolnike s celiakijo. Tatarska ajdova kaša sorte 'Zlata' je prejemnik prestižne nagrade: najbolj inovativno živilo 2018 v skupini živil brez glutena, ki jo podeljuje Inštitut za nutricionistiko v sodelovanju z Ministrstvom za zdravje in Ministrstvom za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

3.2 Antioksidativna učinkovitost

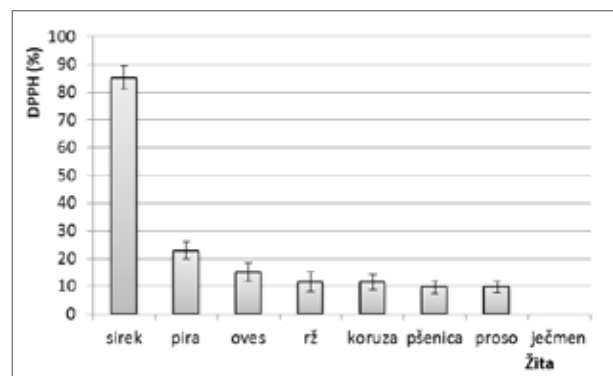
V postopku žlahtnjenja smo bili pri obeh sortah pozorni na ohranitev vsebnosti antioksidantov. Ajda je sposobna sintetizirati in naložiti v semenih veliko večje količine skupnih antioksidantiv kot ostala žita. Analizirani vzorci na vsebnost skupnih antioksidantov so se razvrstili v 5 homogenih skupin, med katerimi obstajajo statistično značilne razlike pri tveganju $p \leq 0,5$ (tabela 1 in slika 1).

Tabela 1: Odstotek razbarvanja 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikala določeno spektrofotometrično v semenih obeh sort in njunih izdelkih ter izbranih žitih

Ajda in izbrana žita	% razbarvanja DPPH radikala s standardno napako in homogene skupine*
<i>Navadna ajda</i>	
'Trdinova' - semena zmlata v laboratoriju	73,90 ± 3,60 b
- moka - semena zmlata v mlinu	54,52 ± 4,40 c
- kaša - zmlata v laboratoriju	23,15 ± 3,86 d
<i>Tatarska ajda</i>	
'Zlata' - semena zmlata v laboratoriju	81,72 ± 3,99 a
- moka - semena zmlata v mlinu	75,57 ± 4,00 b
- kaša - zmlata v laboratoriju	73,44 ± 3,35 b
<i>Izbrana žita</i>	
Sirek	85,20 ± 4,27 a
Pira	23,00 ± 3,20 d
Oves	15,00 ± 3,29 e
Rž	11,60 ± 3,71 e
Koruza	11,60 ± 2,70 e
Pšenica	9,80 ± 2,37 e
Proso	9,80 ± 1,92 e
Ječmen	0 ± 0,00 f

*- različne črke v tabeli predstavljajo statistično značilne razlike med posameznimi vzorci pri 5 % tveganju izračunano z Duncan-ovim testom.

Največjo vsebnost antioksidantov, ki se je statistično značilno ($p \leq 0,5$) razlikovala od vseh ostalih vzorcev sta imela sirek (85,20 %) in tatarska ajda 'Zlata' (81,72 %), katerih semena so bila zmlata v laboratoriju in med njima ni bilo statistično značilnih razlik. V drugo homogeno skupino z oznako 'b' so se uvrstili trije vzorci navadna ajda 'Trdinova' (73,90 %), katerih semena so bila zmlata v laboratoriju ter moka sorte 'Zlata' iz mlina (75,57 %) in kaša (73,44 %). V tretjo homogeno skupino z oznako 'd' sta se uvrstili kaša sorte 'Trdinova' (23,15 %) in pira (23,15 %). V četrto homogeno skupino z oznako 'e' s 15 in manj odstotno vrednostjo antioksidantov so se uvrstila vsa ostala žita: oves, rž, koruza, pšenica in proso, razen ječmena pri katerem ni prišlo do razbarvanja DPPH radikala oz. spektrofotometer ni zaznal prisotnosti antioksidantov (tabela 1, slika 1 in 2). Shallan in sod. (2014) navajajo, da je vsebnost skupnih antioksidantov pri ajdi 2 krat večja kot pri pšenici V našem primeru smo z metodo DPPH določili 5,5 kratne razlike v antioksidativni vrednosti med pšenico in navadno ajdo zmlato v mlinu in 7,5 kratne razlike zmlato v laboratoriju ter 7,7 kratne razlike med pšenico in tatarsko ajdo zmlato v mlinu in 8,3 kratne razlike zmlato v laboratoriju (tabela 1).



Slika 1: Odstotek razbarvanja DPPH radikala s standardno napako določeno spektrofotometrično v semenih izbranih žit

V moki iz mlina sorte 'Trdinova' smo določili 54,52 % antioksidativno vrednost in v kaši 23,15 % ter v vzorcu zmlatim v laboratoriju, 73,90 %. Vse tri določene vsebnosti antioksidantov se statistično značilno ločijo med seboj ($p \leq 0,5$). Največjo razliko med izdelki sorte 'Trdinova', kar 50,78 %, smo dobili med vzorcem zmlatim v laboratoriju in kašo. Pri tatarski ajdi 'Zlata' ni bilo značilnih razlik med vsebnostjo antioksidantov izmerjeno v moki iz mlina (75,57 %) in v kaši zmlati v laboratoriju (73,44 %). Značilna razlika, od prejšnjih dveh, je bila v vzorcu sorte 'Zlata' zmlatim v laboratoriju (81,72 %) (tabela 1). Pri tatarski ajdi smo določili veliko manjše razlike, samo 8,28 % med vzorcema, zmlata semena in kaša v laboratoriju. Pri tatarski ajdi je zelo mala razlika, približno 2 %,

med antioksidativno vrednostjo moke iz mlina in kaše, medtem ko je pri navadni ajdi ta vrednost veliko večja, približno 31 % (tabela 1 in slika 2).



Slika 2: PrIMERJAVNA ODSTOTKA RAZBARVANJA DPPH RADIKALA Določeno spektrofotometrično v izdelkih obeh sort 'Trdinova' in 'Zlata' glede na način mletja

Pri obeh sortah smo pri laboratorijskem mletju dobili večje vrednosti v primerjavi z mletjem v mlinu, zato ker smo pustili celoten vzorec tudi z zunanji deli testo in lusko, nismo uporabljali sit. Pri komercialnem mletju v mlinu se osrednji endosperm in testa, predvsem pa luska različno lomijo in drobijo, zato prihaja do različne velikosti delcev in s presejanjem so večji deli luske in teste odstranjeni iz moke in padejo v manj vredno frakcijo otrobov. Z odstranitvijo večjega deleža teste in luske se pridobi homogeno moko s vključenim večjim deležem osrednjega endosperma, ki vpliva na svetlejšo moko in posledično na izdelke (kruh in žgance). Prav ti zunanji deli testa in luska vsebujejo antioksidante, med njimi tudi tanine (Luthar, 1992), ki upočasnjujejo staranje in kvarjenje semena, ker preprečujejo vstop kisiku v osrednje dele semena. O razlikah v vsebnosti taninov in antioksidativnem učinku med različnimi genskimi viri med obeh vrstama ajde navajajo tudi Luthar (2012) ter Li in sod. (2013). Cvetanoska (2016) navaja, da od 9 poljščin, vključenih v analizo vsebnosti skupnih taninov, 5 ni vsebovalo taninov kot skupino fenolnih snovi, ki prispeva k skupni antioksidativni vrednosti. Ostale 4 poljščine so vsebovale tanine, med njimi pira najmanj samo 0,23 mg/g s.s., koruza 0,5 mg/g s.s., konoplja 0,6 mg/g s.s., sirek plevelenc 2,4 mg/g s.s. in največ sirek golec 5,2 mg/g s.s.. Podobno analizo taninov so v svoji raziskavi izvedli Shalan in sod. (2014) in navajajo 1,77 krat večjo vsebnost taninov v ajdi kot v pšenici.

Tehnologija mletja brez uporabe sit je za ohranitev antioksidativne vrednosti izhodiščnega vzorca zelo pomembna. Potrošniki si želijo nasprotno, svetlo ajdovo moko, kar lahko dosežemo z odstranitvijo čim večjega deleža luske ali s sortami z izrazito svetlo sivimi nežnimi luskami.

Obe sorti ajde, tako navadna kot tatarska, sta imeli pri laboratorijskem mletju v primerjavi s piro, ki ima med žiti razen sirka največjo antioksidativno vrednost 3,2 do 3,6 krat več antioksidantov. V primerjavi s pšenico, ki je pri nas med žiti najpogosteje vključena v prehrano, je bil ta razpon še večji, in sicer 7,5 krat več pri navadni ajdi in 8,3 krat več pri tatarski ajdi. V primerjavi s sirkom je imela navadna ajda za približno 11,3 % manjšo antioksidativno vrednost, medtem ko tatarska ajda samo za 3,5 %. Leta 2002 so Holasova in sodelavci testirali navadno ajdo kot vir antioksidantov v funkcionalni prehrani. Uporabili so cela in oluščena ajdova semena, stebela in liste. Vse naštetu so primerjali z istimi deli ovsa in ječmena. Ugotovili so, da je največ antioksidantov v ajdovih listih in semenih. Navajajo tudi pomembno povezavo med vsebnostjo skupnih fenolov in rutina ter antioksidativno vrednostjo posameznih delov ajde. Te ugotovitve uvrščajo liste in semena ajde med pomembne vire antioksidantov.

4 Zaključek

V Sloveniji lahko pridelamo ajdo kot strniščni posevek. Sejemo jo po žetvi glavnega posevka, npr. ječmena in ranejših pšeničnih sort. V obdobju rasti ne potrebuje dognjevanja, ker je s talnih delcev sposobna izkoristiti vezana hranila ostala v predposevku, ne potrebuje fitofarmaceutske zaščite in tretiranja proti plevelom. Po setvi zelo hitro in dobro prekrije tla in se jo lahko uporabi za razpleveljenje in podor. Za Slovenijo bi bila lahko ajda tudi izvozna niša, tako na področju pridelave certificiranega semena kot merkartilnega. Pri vodilnih poljščinah ne moremo konkurirati, ker so zaradi strateške vloge vključene v žlahtniteljske in pridelovalne programe bogatih držav, ki imajo v te namene velike inštitucije. V manjši butični pridelavi in predelavi visoko kakovostnih izdelkov z zagotovljeno sledljivostjo, kar nam je uspelo pri obeh sortah ajde, pa smo lahko konkurenčni in tudi vzgled.

5 Zahvala

Avtorica se najlepše zahvaljuje soavtorju obeh sort akad. prof. dr. Ivanu Kreftu in Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano za dolgoletno financiranje Javne službe rastlinske genske banke Biotehniške fakultete v kateri se hranijo starši obeh sort.

6 Literatura

- Agostini-Costa T.S., Teodoro A.F.P., Alves R.B.N., Braga L.R., Ribeiro I.F., Silva J.P., Quintana, L.G., Burle, M.L. Total phenolics, flavonoids, tannins and antioxidant activity of Lima Beans conserved in a Brazilian Genebank. *Ciencia Rural* 2015, 45, 335–341.
- Asami Y., Arai R., Lin R., Honda Y., Suzuki T., Ikeda K. Analysis of components and textural characteristics

- of various buckwheat cultivars. *Fagopyrum* (Ljubljana) 2007, 24, 41–48.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. Use of a free radical methods to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 1995, 28, 25-30.
- Cvetanoska, M. Primerjava vsebnosti taninov različnih genskih virov navadne (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) ajde. Magistrsko delo magistrskega študija - 2. stopnja Biotehnologija. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2016, 32 p.
- Enomoto, T., Nagasako-Akazome Y., Kanda T., Ikeda M., Dake Y. Clinical Effects of Apple Polyphenols on Persistent Allergic Rhinitis: A randomized double-blind placebo-controlled parallel arm study. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology* 2006, 16, 283-289.
- Fabjan N., Rode J., Košir I.J., Wang Z., Zhang Z., Kreft I. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* (München) 2003, 51, 22, 6452–6455.
- Holasová M., Fidlerová V., Smrcinová H., Orsak M., Lachman J., Vavreinová S. Buckwheat - the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Research International* (Hoboken) 2002, 35, 2-3, 207–211.
- Ikeda K., Ikeda S., Kreft I., Lin R. Utilization of Tartary buckwheat. *Fagopyrum* (Ljubljana) 2012, 29, 27-30.
- Ikeda K., Kishida M. Digestibility of protein in buckwheat seed. *Fagopyrum* (Ljubljana) 1993, 13, 21–24.
- Ikeda S., Tomura K.; Miya M.; Kreft I. Buckwheat minerals and their nutritional role. In: *Advances in Buckwheat research. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat.* (Praga, IBRA) 2004, pp. 650–652.
- Ikeda S., Tomura K., Yamashita Y., Kreft I. Nutritional profile of minerals in buckwheat and its products. In: *Advances in Buckwheat Research II. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat.* (Chunchon, IBRA) 2001, pp. 485–488.
- Ikeda S., Yamashita Y. Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese. *Fagopyrum* (Ljubljana) 1994, 14, 29–34.
- Javornik B. Buckwheat in human diets. In: *Proceedings of the 3rd International Symposium on Buckwheat.* (Pulawy, IBRA) 1986, pp. 51–78.
- Javornik B. Nutritional quality and composition of buckwheat proteins. In: *Proceedings of the 2nd International Symposium on Buckwheat.* (Miyazaki, IBRA) 1983, pp. 199–212.
- Javornik B., Kreft I. Characterization of buckwheat proteins. *Fagopyrum* (Ljubljana) 1984, 4, 30–38.
- Kim S., Kim S., Park C.H. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International* (Hoboken) 2004, 37, 4, 319-327.
- Kim S.J., Zaidul I.S.M., Suzuki T., Mukasa Y., Hashimoto N., Takigawa S., Noda, T., Matsuura-Endo C., Yamauchi H. Comparison of phenolic compositions between common and Tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts. *Food Chemistry* (Amsterdam) 2008, 110, 814–820.
- Kreft I. Ajda. *ČZD, Kmečki glas*, Ljubljana 1995. 112 p.
- Kreft I. Buckwheat in Slovenia. In: *Ethnobotany of Buckwheat.* Kreft I., Chang J.K., Choi Y.S., Park C.H (Eds.), Jinsol Publishing Co. (Seoul) 2003, pp. 91–115.
- Kreft I., Fabjan N., Yasumoto K. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry* (Amsterdam) 2006, 98, 3, 508–512.
- Kreft I., Luthar Z. Sekundarni metaboliti ječmena, ajde in šentjanževke kot možne protivirusne učinkovine. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani – Agronomija* (Ljubljana) 1993, 61, 29–32.
- Kreft I., Škrabanja V., Ikeda S., Ikeda K., Bonafaccia G. Dietary value of buckwheat. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani* (Ljubljana) 1996, 67, 73–78.
- Li D., Li X., Ding X., Park K.H. A process for preventing enzymatic degradation of rutin in tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) flour. *The Food Science and Biotechnology* (Seoul) 2008, 17, 118–122.
- Lin R. The development and utilization of Tartary buckwheat resources. In: *Advances in Buckwheat Research. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat.* (Praga, IBRA) 2004, pp. 252–258.
- Luthar Z. Genska banka ajde - vir slovenske genetske variabilnosti. *Acta agriculturae Slovenica* 2012, 99, 3, 307-316.
- Luthar Z. Polyphenol classification and tannin content of buckwheat seeds (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Fagopyrum* (Ljubljana) 1992, 12: 36–42.
- Merendino N., Molinari R., Costantini L., Mazzacuto A., Pucci A., Bonafaccia F., Esti M., Ceccantoni B., Papeschi C., Bonafaccia G. A new “functional” pasta containing Tartary buckwheat sprouts as an ingredient improves the oxidative status and normalizes some blood pressure parameters in spontaneously hypertensive rats. *Food & Function* (Cambridge) 2014, 5, 5, 1017–1026.
- Nemcova L., Zima J., Barek J., Janovska D. Determination of resveratrol in grains, hulls and leaves of common and Tartary buckwheat by HPLC with electrochemical detection at carbon paste electrode. *Food*

- Chemistry (Amsterdam) 2011, 126, 1, 374-378.
- Ohnishi O. Analyses of genetic variants in common buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench, a review. *Fagopyrum* 1990, 10, 12-22.
- Ohnishi O. On the Origin of Cultivated Buckwheat. In: *Advances in Buckwheat research. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA) 2004*; pp. 16–21.
- Ohnishi O. Population genetics of cultivated common buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench, VIII. Local differentiation of land races in Europe and the silk road. *The Japanese Journal of Genetics* 1993, 68, 317-326.
- Regvar M., Bukovnik U., Likar M., Kreft I. UV-B radiation affects flavonoids and fungal colonisation in *Fagopyrum esculentum* and *F. tataricum*. *Central European Journal of Biology (Warsaw)* 2012, 7, 2, 275-283.
- Schober T.J., O'Brien C.M., McCarthy D., Darnedde A., Arendt E.K. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. *European Food Research Technology (Berlin)* 2003, 216, 5, 369–376.
- Shallan M.M.A.A., Fayed S.S.A.K., Gazzar M.M.S. Protective Effects of Wheat Bran and Buckwheat Hull Extracts against Hypercholesterolemia in Male Rats. *International Journal of Advanced Research* 2014, 4: 724-736.
- Skerritt J.H. Molecular comparison of alcohol-soluble wheat and buckwheat proteins. *Cereal Chemistry (St. Paul)* 1986, 63,4, 365–369.
- Steadman K.J.; Burgoon M.S.; Lewis B.A.; Edwardson S E. Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition, and dietary fibre. *Journal of Cereal Science (Amsterdam)* 2001a, 33, 3, 271–278.
- Steadman K.J., Burgoon M.S., Lewis B.A., Edwardson S.E., Obendorf R.L. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture (Hoboken)* 2001b, 81, 11, 1094–1100.
- Størsrud S., Yman I.M., Lenner R.A. Gluten contamination in oat products and products naturally free gluten. *European Food Research Technology (Berlin)* 2003, 217, 6, 481–485.
- Škrabanja V., Laerke H.N., Kreft I. Effects of hydrothermal processing of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats on starch enzymatic availability in vitro and in vivo in rats. *Journal of Cereal Science (Amsterdam)* 1998, 28, 209–214.
- Škrabanja V., Liljeberg Elmståhl H.G.M., Kreft I., Björck I.M.E. Nutritional properties of starch in buckwheat products: Studies in Vitro and in Vivo. *Journal of Agricultural and Food Chemistry (München)* 2001, 49, 1, 490–496.
- Škrabanja V., Kreft I. Nutritional value of buckwheat proteins and starch. In: *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat. M. Zhou; I. Kreft (Eds.), Academic Press is an imprint of Elsevier (London) 2016*, pp. 169-176.
- Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L., Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 2006, 19, 669-675.
- Vogrinčič M., Kreft I., Filipič M., Žegura B. Antigenotoxic effect of Tartary (*Fagopyrum tataricum*) and common (*Fagopyrum esculentum*) buckwheat flour. *Journal of Medicinal Food (New York)* 2013, 16, 10, 944-952.
- Vogrinčič M., Timoracka M., Melichacova S., Vollmannova A., Kreft I. Degradation of rutin and polyphenols during the preparation of Tartary buckwheat bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry (München)* 2010, 58, 8, 4883-4887.
- Vombergar B., Kreft I., Germ M., Vogrinčič M. Comparison of nutritional value of common and tartary buckwheat and possibilities for their use in nutrition. In: *First scientific conference with international participation. Izola, Slovenija 2012*, 167: 143-149.
- Vombergar B., Kreft I., Germ M., Vogrinčič M. Comparison of nutritional value of common and tartary buckwheat and possibilities for their use in nutrition. In: *First scientific conference with international participation. Izola, Slovenija 2012*, 167, 143-149.
- Wang Z., Chen L., Yang B., Zhang Z. The growing of tartary buckwheat and function of nutrient and medicine. In: *Advances in Buckwheat research II. The Proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat (Chunchon, IBRA) 2001*. pp. 520–522.
- Wieslander G., Fabjan N., Vogrinčič M., Kreft I., Vombergar B., Norbäck D. Effects of common and Tartary buckwheat consumption on mucosal symptoms, headache and tiredness: A double-blind crossover intervention study. *International Journal of Food, Agriculture & Environment – JFAE (Helsinki)* 2012, 10, 2, 107-110.
- Wieslander G., Norbäck D. Buckwheat consumption and its medical and pharmacological effects – A review of the literature. In: *Advances in Buckwheat Research II. Proceedings of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA) 2001*, pp. 608–612.
- Zhao G., Wang A., Hu Z. China's buckwheat resources and their medical values. In: *Advances in Buckwheat Research. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA) 2004*, pp. 630–632.